



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	原始太陽系星雲中で集積する火星における混成型原始大気の形成と火星内部への水分配 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	齊藤, 大晶
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第12423号
Issue Date	2016-09-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/63254
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Hiroaki_Saito_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 齊藤 大晶

学 位 論 文 題 名

原始太陽系星雲中で集積する火星における混成型原始大気の形成と火星内部への水分配

最新の火星隕石の分析結果から、初期の火星マントルは大量の水（水濃度 78 ~ 290 ppm）を保有していた可能性が示唆されている (McCubbin et al., 2012). 火星ではプレートテクトニクスは働かなかったと考えられているため、内部の水は火星形成期にもたらされた可能性が高い。形成期に大量の水を内部に取り込む機構の一つとして、集積エネルギーや原始大気の保温効果による加熱によって形成する大規模なマグマオーシャンによる水の吸収が挙げられる。しかしながら、集積中にそのようなマグマオーシャンがどう形成されるのかは、これまでのところよくわかっていない。

近年の隕石年代学によると、火星は数 Myr で集積完了した可能性が高い (Dauphas & Pourmand, 2011; Tang & Dauphas, 2014). このことは原始太陽系星雲中で火星の集積が進行したことを示唆している。月質量以上になると、重力的に星雲ガス成分を原始大気の一部として捕獲し始める。その一方で、衝突速度が高速になるため、微惑星から H_2O をはじめとする揮発性成分が脱ガスし始め、そのガス成分（以後、脱ガス成分と呼ぶ）も重力的に束縛されると考えられる。このことから、原始火星は星雲ガスおよび脱ガス成分の双方からなる、いわゆる混成型原始大気を形成したと予想できる。

そこで本研究では、1 次元放射対流平衡モデルを構築し、混成型原始大気の熱的構造について調べた。集積時間は隕石年代学と調和的な 1, 3, 6 Myr を採用した。火星材料物質は、2 成分モデル (Dreibus & Wanke, 1987; Kuramoto, 1997) で記述できると仮定した。脱ガス成分の

組成は衝突加熱により生じるマグマ - 溶融金属鉄 - ガス間での化学平衡により決定される (Kuramoto & Matsui, 1996; Kuramoto, 1997). 脱ガス成分は下層大気を占め, その上空には Hill 半径において原始太陽系星雲に連続的に接続する H_2 および He からなる大気が存在する.

原始火星の成長につれた原始大気の進化を数値的に求めた結果, 集積最終段階では, 地表面気圧 ~ 2000 bar, 地表面温度 ~ 2500 K もの高温高压な原始大気が形成される. 原始火星質量が現在の ~ 0.2 倍に達した時点で, 地表面温度が岩石融点を超え, マグマオーシャンが形成され, 集積完了時までこの状態が持続する. 火星内部には, 集積最終段階で, $\sim 4 \times 10^{21}$ kg の水がマグマオーシャンへの水蒸気の溶解により分配される. 以上の振る舞いは集積時間にほとんど依存しない. 材料物質中の脱ガス成分の混合比を数分の 1 に減少させても, 基本的な振る舞いはほとんど変わらず, $\sim 10^{21}$ kg か, それ以上の水が内部へ分配される. 以上から, 火星隕石が示唆する火星マントルの水濃度は, 高温高压な混成型原始大気に覆われたマグマオーシャンの形成により十分説明可能であることがわかった.